



의료와 자동차 산업에서의 디지털 홀로그래피 기업 기술 동향

Technology Trends of Digital Holography Companies in the Medical Care and Automotive Industries

남현숙 Nam, Hyunsuk | 선임연구원 Senior Researcher, SPRI | hnam@spri.kr

최근 홀로그래피 기술은 3무(안경, 어지럼증, 공간왜곡)의 한계를 극복하기 위해 활발하게 연구가 진행되고 있다. 디지털 홀로그래피 기술은 홀로그램 광학 요소(HOE), 공간 광변조기(SLM), 백라이트 등과 같은 하드웨어 광학 소자와 3차원 영상을 위한 렌더링(Rendering), 측정(Measurement), 시각화(Visualization) 등을 위한 소프트웨어 기술의 융합 시스템이다. 이 기술을 실용화하기 위하여 글로벌 디지털 홀로그래피 기업들은 홀로그램 발명자인 데니스 가보(Dennis Gabor)의 3차원 영상기록 홀로그래피 이론을 기반으로 의료, 차량, 상업용 부문 등에서 관련 제품개발을 위해 노력하고 있다.

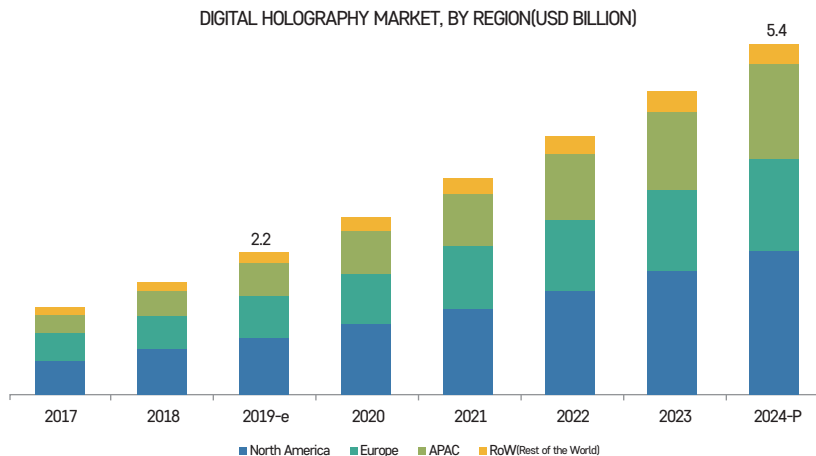
Recently, holography technology has been actively researched to overcome the limitations of 3 drawbacks(glasses, dizziness, and spatial distortion). Digital holographic technology is a fusion system of hardware optical elements, such as holographic optical elements(HOE), spatial photovoltaic modulator(SLM), and backlight, and software technology for rendering, measuring and visualizing for three-dimensional images. To make this technology practical, global digital holography companies are trying to develop related products in the medical, automotive, and commercial sectors based on the holography inventor Dennis Gabor's three-dimensional image recording holography theory.

📍 홀로그램 개요와 시장 전망

홀로그램 기술의 역사는 1948년 노벨상 수상자인 데니스 가보(Dennis Gabor)에 의해 시작되었다. 홀로그램은 그리스에서 유래된 '전체'와 '정보'가 합쳐진 용어이고, 이는 홀로그래피로 촬영된 결과물을 말한다. 홀로그래피는 두 개의 레이저 광이 서로 만나서 일으키는 빛의 간섭 현상을 이용하여 입체정보를 기록하고 재생하는 기술을 말한다. 홀로그램 종류는 아날로그 홀로그램, 유사 홀로그램, 디지털 홀로그램 등이 있다. 이 중 디지털 홀로그램은 사물로부터 반사된 빛을 디지털화하여 기록 및 재현을 통해 현실감을 제공하는 것으로 디지털화된 홀로그램 정보를 획득·생성·전송·압축·재현하는 기술이 핵심이다.

세계 디지털 홀로그래피 시장은 [그림 1]과 같이 2019년 22억 달러에서 2024년 54억 달러로 연평균성장률(CAGR) 19.8%로 전망된다. 전 세계적으로 디지털 홀로그래피 시장의 성장요인은 의료 및 상업용 부문에서 디지털 홀로그래픽 디스플레이, 홀로그래픽 원격 실재(Telepresence) 등의 수요증가, 정밀한 측정을 위한 디지털 홀로그래피 현미경의 사용증가, 그리고 금융 부문에서 보안목적으로의 디지털 홀로그래피 채택 증가 등이 주요 원인으로 꼽힌다.

■ [그림 1] 디지털 홀로그래피 시장규모



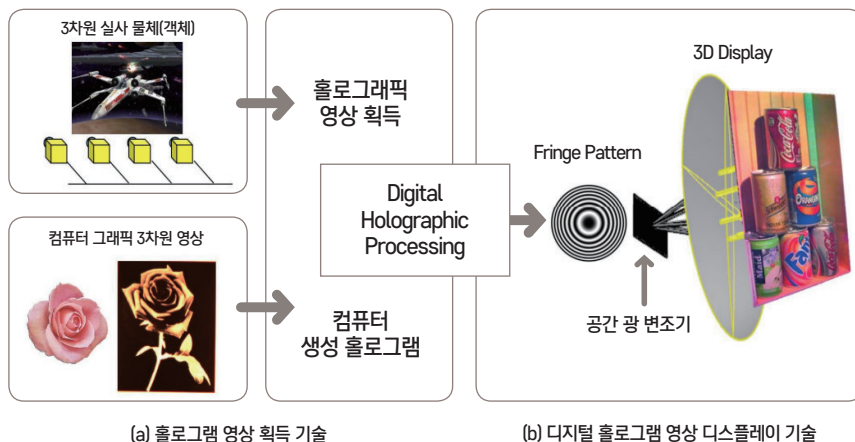
※ 자료 : MarketsandMarkets(2020), "Digital Holography Market"

📍 디지털 홀로그램의 주요 기술

디지털 홀로그래피 기술은 [그림 2]와 같이 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 홀로그램 영상을 획득하는 기술과 영상을 디스플레이 하는 기술이다. 이 중에서 홀로그램 영상획득 기술에는 실제 사물의

3차원 정보를 획득하는 기술과 컴퓨터 그래픽으로부터 영상을 획득하여 이를 홀로그램 영상으로 만드는 기술로 나눌 수 있다. 컴퓨터 그래픽 기반으로 홀로그램 영상을 획득하기 위한 대표적 기술로 수학적 모델링 기법을 이용한 컴퓨터 생성 홀로그램(Computer Generated Hologram : CGH) 기술이 있다. CGH 기술을 이용할 경우 광학시스템을 활용한 실물 기반의 홀로그램으로는 제작하기 어려운 다양한 가상장면들을 구현할 수 있다. CGH 기술은 복잡한 광학계 구축 문제로부터 자유롭고, 방대한 양의 파동 진행 계산을 효율적으로 수행할 수 있는 알고리즘과 병렬처리 하드웨어 기술이 급성장하면서 더욱 주목받고 있다. 특히 GPU(Graphics Processing Unit) 같은 대규모 병렬처리 하드웨어 기술의 비약적인 발전은 방대한 계산량을 요구하는 CGH의 문제점을 해결하여 디지털 홀로그램의 실용화를 촉진하고 있다.

■ [그림 2] 디지털 홀로그래피 주요 기술¹



※ 자료 : 임용준, 김진웅(2018), "가상, 증강 및 혼합현실을 위한 디지털 홀로그래피 기술 연구 동향", IITP

디지털 홀로그램 영상 디스플레이 핵심기술은 공간 광변조기(Spatial Light Modulator : SLM)이다. SLM은 아날로그 홀로그램에서의 필름과 같은 역할을 한다. SLM은 빛의 진폭 또는 위상을 표현할 수 있는 소자이며 이를 기본적인 영상표시 장치로 구성하여 3차원 홀로그램 영상을 형성한다. SLM과 관련하여 홀로그래픽 디스플레이에서 더 넓은 시야각을 확보하기 위해 많은 연구가 현재 진행되고 있다.

¹ 임용준, 김진웅(2018), "가상, 증강 및 혼합현실을 위한 디지털 홀로그래피 기술 연구 동향", IITP

② 주요 산업에서 활용되는 디지털 홀로그래밍 기술

디지털 홀로그래밍 기술이 가장 활발히 상용화되는 제품에는 레이저, 카메라, 공간 필터, 프로젝션 장치 등이 포함된다. 특히 CCD 또는 CMOS² 카메라는 이미지 획득에 중요한 요소이다. 현재까지는 디지털 홀로그래피 기술은 의료 분야에서 현미경, 측정, 3차원 디지털 홀로그래피 디스플레이 등의 제품개발에 집중되고 있으며, 자동차 분야에서는 인포테인먼트를 위한 HUD, 디지털 홀로그래피 디스플레이 등에서 활발하게 진행되고 있다.

■ [표 1] 디지털 홀로그래픽 디스플레이를 활용한 산업 및 대표기업

산업	기술분야	내용	기업
자동차	AR 렌더링 HUD 시스템	차량용 HUD 개발을 통해 실시간 주행 정보 제공	- Continental Automotive(Leia) - WayRay - SeeReal Technology(Volkswagen)
전자기기	디지털 홀로그래픽 디스플레이	- 서브 홀로그래밍 기술을 통해 시청자의 위치에 따라 홀로그램 시청 가능 - Light Field 기술로 홀로그래픽 디스플레이 개발	- SeeReal Technology(VISIO 20) - Looking Glass Factory(8K Immersive Display)
의료	수술, 진단	- 의료용 현미경을 위한 디지털 홀로그래픽 디스플레이 - 홀로그램 3차원 영상을 활용한 의료진단 등에 활용	- Lyncee Tec(DHM) - RealView Imaging(HOLOSCOPE)

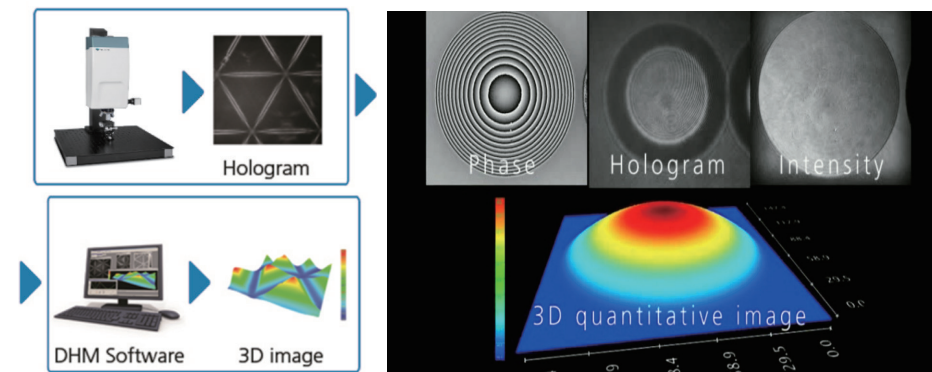
※ 자료 : 기업별 웹페이지 기반 저자 재구성

① Lyncee Tec

스위스 Lyncee Tec사는 홀로그래밍으로 세포의 3차원 정보를 추출하고 컴퓨터 그래픽 모델을 만들 수 있는 홀로그램 현미경을 개발하였다. [그림 3]과 같이 이 기업의 DHM(Digital Holographic Microscopy) 기술은 CCD 카메라를 사용하여 기준 파동(Reference Wave)과 표본(Specimen)에서 나오는 파동 간의 간섭에 의해 생성된 홀로그램을 기록한다. 이 기록된 이미지는 컴퓨터로 전송되어서 알고리즘이 적용되어 표본의 3차원 이미지를 재구성한다. 이 과정을 실시간 이미지 재구성(Image Reconstruction)이라고 한다. 이전의 현미경에서는 볼 수 없었던 홀로그램 이미지 획득 및 실시간 3차원 홀로그램 이미지 재구성에서는 신호처리를 위해 디지털 신호 처리방식을 이용하였다.

² CCD, CMOS : 빛을 전기적 신호로 변환하여 저장하는 센서

■ [그림 3] Lyncee Tec (좌)디지털 홀로그래픽 현미경, (우)출력 이미지³



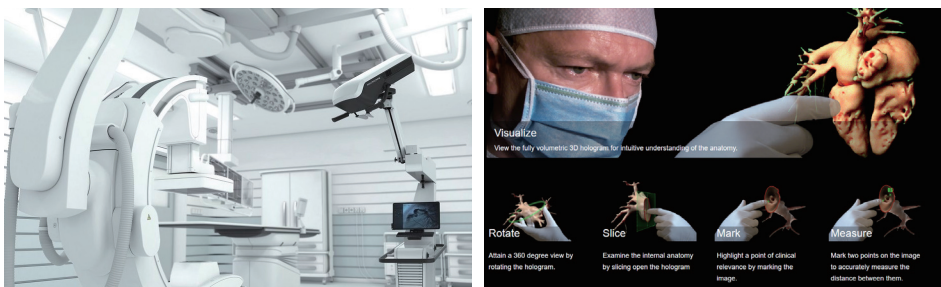
※ 자료 : Lyncee Tec 웹 페이지

Tristan Colomb et al(2007), "Enhancing the performance of digital holographic microscopy", SPIE

② RealView Imaging

이스라엘 RealView Imaging사는 의료 서비스를 위해 홀로그래픽 디스플레이 제품을 선보였다. 이 기업은 독점적인 Digital Light Shaping기술을 사용하여 복잡한 3차원 구조의 의료 이미지를 의료인이 가상경험을 통하여 쉽게 이해 할 수 있도록 하였다. HOLOSCOPE은 이를 상용화한 세계 최초의 의료 홀로그램 시스템이다. 이 제품은 3차원 스테레오스코피(Stereoscopy) 방식이 아닌 간섭 기반(Interference-Based) 홀로그래피이며, 3차원 이미지의 수렴-초점 불일치(Vergence-Accommodation Conflict)문제를 제거하여 어지럼증을 해결하였다. 이 홀로그램 이미지로 복잡한 장기 해부 및 인체의 생리적인 과정에 대해 의료인이 쉽게 이해 할 수 있도록 하였다. [그림 4]와 같이 홀로그램 이미지는 시각화, 회전, 슬라이스, 마크 및 측정 등이 가능하다.

■ [그림 4] RealView Imaging (좌)디지털 홀로그래피 시스템, (우)HOLOSCOPE 다양한 사례



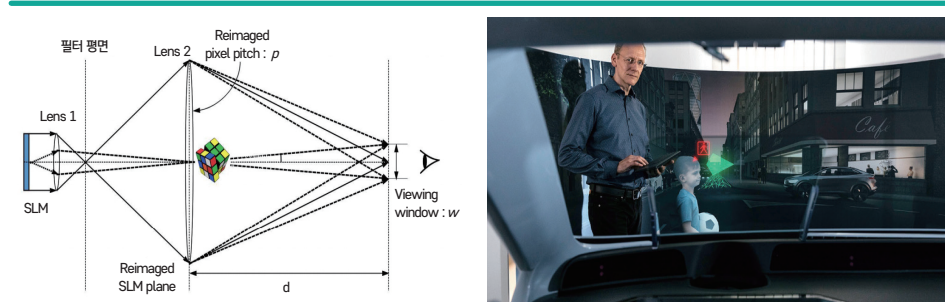
※ 자료 : RealView Imaging 웹페이지

³ Tristan Colomb et al(2007), "Enhancing the performance of digital holographic microscopy", SPIE

③ SeeReal Technologies

독일의 SeeReal Technologies사는 홀로그램 원리를 기반으로 3차원 장면을 재구성(Reconstruction) 하기 위해 위상변조 디스플레이 하드웨어 및 간섭 기반 광변조를 사용한 홀로그래픽 3D 기술을 개발하였다. 일반적으로 홀로그래픽 디스플레이를 구현하기 위해서는 홀로그래픽 영상을 실시간으로 생성하고 재현하여야 하는데, 이 경우 막대한 양의 데이터를 처리해야 하므로 기술적인 어려움이 있다. 하지만 이 기업의 시야창 방식(Viewing Window) 홀로그램 기술은 [그림 5]와 같이 시청자의 동공에 해당되는 작은 시야창을 형성하고 이 영역에 대해서만 홀로그램을 생성한다. 이렇게 되면 전체 화면의 홀로그램 영역보다 처리량(Throughput)이 적어져서 처리해야 할 데이터양이 크게 줄어들기 때문에 홀로그램 영상 생성이 가능해진다.

■ [그림 5] SeeReal Technologies (좌)디지털 홀로그래피 디스플레이 기술 원리⁴, (우)차량용 HUD 활용



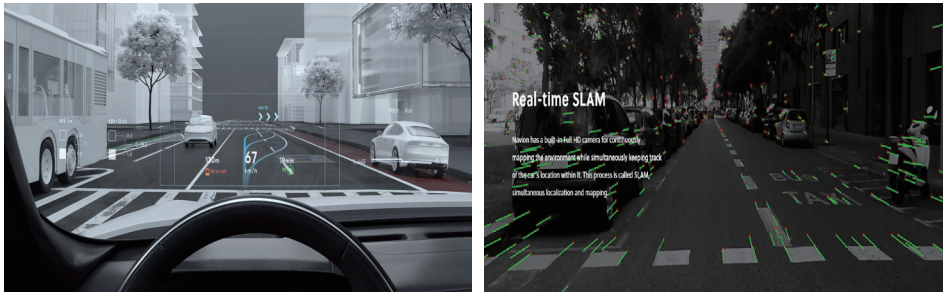
※ 자료 : SeeReal Technologies 웹페이지
임용준, 김진웅(2018), “가상, 증강 및 혼합현실을 위한 디지털 홀로그래피 기술 연구 동향”, IITP

④ WayRay

WayRay사는 CES 2020에서 자율주행 자동차의 인포테인먼트 서비스를 위한 새로운 홀로그래픽 AR 디스플레이 기술을 선보였다. 이 회사는 처음으로 홀로그램 AR 디스플레이에 청색 레이저를 추가하여 완전한 RGB(Red, Green, Blue) 색의 홀로그램 기술을 보여주었다. [그림 6]과 같이 자동차 앞에 가상물체를 보여주기 위해 홀로그램 광학 요소(HOE)가 설치되어 있으며, 이 HOE는 가상이미지를 생성하여 운전자의 눈과 적절한 거리에서 경로 관련 정보를 표시해 준다. HOE를 통해 전달된 데이터는 풀(Full) HD 카메라를 통해 주변 환경에 매핑(Simultaneous Localization and Mapping : SLAM)되고 이 결과물인 가상물체를 실시간으로 디스플레이 해준다.

⁴ 임용준, 김진웅(2018), “가상, 증강 및 혼합현실을 위한 디지털 홀로그래피 기술 연구 동향”, IITP

■ [그림 6] WayRay (좌)가상물체를 보여주는 차량용 HUD, (우)실시간 SLAM 기술



※ 자료 : WayRay 웹페이지

👁 시사점

디지털 홀로그래피 기술은 현재 시야각의 제약이 적은 의료 및 자동차 분야에서 상용화를 위한 개발이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 궁극적으로 디지털 홀로그램 기술이 대중화되기 위해서는 무안경, 무어지럼증, 무왜곡을 실행할 수 있는 ‘3무 홀로그램 기술’이 개발되어야 할 것이다.

선도기업의 디지털 홀로그램 기술개발 및 제품개발 동향 분석을 통해 다음 세 분야의 발전이 필요한 것을 확인하였다. 첫째, 디지털 홀로그래피 디스플레이를 위한 센서, HOE, SLM, 백라이트 등과 같은 홀로그램 관련 소자 기술의 국산화가 필요하다. 둘째, 3차원 영상을 위한 렌더링, SLAM, 홀로그램 생성 알고리즘 등과 같은 소프트웨어 기술개발이 시급하다. 마지막으로 이러한 기술개발을 기반으로 교육, 엔터테인먼트, 제조 등과 같은 분야에서 활용할 수 있는 다양한 킬러콘텐츠 개발이 함께 이루어져야 할 것이다.

